

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

09/319/26

REC'D	12 FEB 1998
WIPO	PCT

**Bescheinigung**

Die Technische Universität Dresden in Dresden/Deutschland und die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung in Freiburg im Breisgau/Deutschland haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur konservierenden Lagerung von frischem Rundholz"

am 19. Dezember 1996 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig das Symbol B 27 K 5/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 22. Januar 1998  
Der Präsident des Deutschen Patentamts  
Im Auftrag

Nietiedt

Aktenzeichen: 196 52 951.4



Belegexemplar  
Darf nicht geändert werden

## Zusammenfassung

### Verfahren zur konservierenden Lagerung von frischem Rundholz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur konservierenden Lagerung von frischem Rundholz, das in einer luft- und lichtdicht schließenden Umhüllung eingelagert wird. In der Umhüllung befindlicher Sauerstoff wird durch Atmungsprozesse von Pilzen, Bakterien sowie noch lebender Holzzellen unter Bildung von  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  abgebaut. Weiterhin führen Gärungsprozesse zum Abbau von Hemicellulosen und Zuckern, die zu organischen Säuren und  $\text{CO}_2$  umgesetzt werden. Der Sauerstoffgehalt beträgt in der Umhüllung weniger als 0,1 Vol-% nach einer Einstelldauer von 3 bis 10 Tagen während der gesamten Lagerung und der  $\text{CO}_2$ -Gehalt steigt auf über 21 bis 40 Vol-%.

Mit Hilfe des Verfahrens läßt sich frisches Rundholz ohne Verluste und Umweltbeeinträchtigung über einen längeren Zeitraum lagern.

## Beschreibung

### Verfahren zur konservierenden Lagerung von frischem Rundholz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur konservierenden Lagerung von frischem Rundholz, wie Nadel- und Laubholz, zur Aufbewahrung über längere Zeiträume ohne Qualitätsverlust.

Bisher übliche allgemeine Konservierungsverfahren betreffen vorzugsweise Lebensmittel, die entweder unter Luftabschluß und Erhitzung sterilisiert werden (einkochen) oder im trockenen Zustand mit Kohlendioxid begast werden (Getreideschutz gegen Kornkäferbefall) oder mit Schutzgasen spezieller Zusammensetzung behandelt werden (Früchtelagerung und -reifung unter Stickstoff-Kohlendioxid-Atmosphäre) oder unter reinem Stickstoff von Insekten befreit werden (Restaurierung von Holzgegenständen, deren Farbpigmente von Kohlendioxid angegriffen würden).

Bisher speziell bei der Konservierung von frischem Rundholz angewendete Verfahren beruhen auf Wasserlagerung oder Berieselung mit Wasser. Ziel ist es, eine hohe Holzfeuchte von über 100 % zu erhalten, damit Pilzwachstum verhindert wird. Nachteilig sind der hohe Wasserverbrauch und die Grundwasserkontamination mit Holzinhaltstoffen, verbunden mit unterschiedlicher Feuchte im Polterinneren, mit der möglichen Folge von Pilzbefall (Hallimasch).

Ferner kann mit Hilfe von Insektiziden und Fungiziden Rundholz zeitweise konserviert werden. Pestizideinsatz ist mit der

Gefährdung von Natur und Mensch verbunden.

Eine sichere Konservierungsmöglichkeit besteht in der raschen Aufarbeitung und Trocknung des Holzes. Dies zwingt zur Bildung von großen Einschnitt- und Trocknerreserven, um einen großen Massenanstieg von Rundholz (Kalamitäten, Windwurf) schnell verarbeiten zu können.

Versuche, frisches Rundholz in Trockenpoltern zu konservieren, sind ebenfalls bekannt. Das Verfahren ist aber mit einem hohen Risiko des Pilz- und Insektenbefalles verbunden.

Verfahren, die mit Hilfe von Pilzkulturen auf die Holzeigenschaften einwirken, sind aus der DE-OS 28 57 355 und der DE-OS 34 34 551 bekannt.

Nach der DE-OS 28 57 355 ist ein Verfahren zur mikrobiologischen Veränderung von Laubholz durch Einwirkung von Mikroorganismen bekannt. Durch die Mikroorganismen wird eine selektive Veränderung des Laubholzes bewirkt, wobei die Temperatur, der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes, der O<sub>2</sub>-Gehalt und der CO<sub>2</sub>-Gehalt mit Rücksicht auf die Mikroorganismen geregelt werden.

Bei DE-OS 34 34 551 wird an Rundholz eine gezielte Farbveränderung durch Behandlung mittels holzerstörender Pilze hervorgerufen. Die Farbveränderung erfolgt an der Stelle, an der die Pilzkultur aufgetragen wurde. Es wird auch das Auftragen mehrerer Holzkulturen beschrieben, was mit einer vorteilhaften Grenzschichtbildung verbunden ist.

In der Druckschrift AFZ 19/1992 Seite 1024 und 1025 wird über Versuche berichtet, Holz durch Schutzgas zu konservieren. Bei den Versuchen wurden Hölzer in standardisierten Dimensionen in Silofolie eingepackt. Die Polter wurden mit Stickstoff als auch mit Kohlendioxid begast; an Gasvolumen wurde jeweils etwa die dreifache Menge des Holzvolumens benötigt. Damit wurde der Sauerstoffgehalt auf 4 bis 5% reduziert und über einen längeren Zeitraum (mehr als 6 Monate) aufrechterhalten. Nach dem Öffnen der Polter wurde ein pilzlicher Überzug an den Hölzern festgestellt, dem eine antagonistische Wirkung zugeschrieben und darauf hingewiesen wird, daß durch Förderung antagonistisch wirkender Pilze ein Befall von holzzerstörenden Pilzen verhindert werden könnte.

Nachteilig erscheint der beschriebene Begasungsaufwand und der relativ hohe Sauerstoffrestgehalt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem bei vertretbarem Aufwand frisches Rundholz aller Baumarten für einen längeren Zeitraum ohne Beeinträchtigung der Qualität und Festigkeitseigenschaften gelagert werden kann, ohne daß vorher sterilisiert, befeuchtet, getrocknet oder mit speziellen Schutzgasen behandelt werden muß.

Die Aufgabe wird mit den im Anspruch 1 genannten Verfahrensmerkmalen gelöst. Vorteilhafte Varianten ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Zunächst ist festzustellen, daß eine gewisse Überraschung darin besteht, daß das feuchte, unentrindete Holz unter einer

austauscharmen Atmosphäre nicht stockt und fault. Wesentlich an der Erfindung ist aber, daß durch Stoffwechselprozesse von Pilzen, Bakterien, aber auch durch Atmungsprozesse noch lebender Holzzellen, die durch das frische Rundholz in die Umhüllung mit eingelagert werden, eine nahezu sauerstofffreie und kohlendioxidangereicherte Atmosphäre erzeugt wird.

Entgegen der in der AFZ 19/1992 Seite 1024 und 1025 dargelegten Auffassung ist nicht die Wirkung der pilzlichen Antagonisten von ausschlaggebender Bedeutung, holzerstörende Pilze am Wachstum zu hindern. Vielmehr ist der sehr geringe Sauerstoffgehalt von unter 0,1 Vol-% von wesentlicher Bedeutung einer dauerhaften Lagerung.

Dieser geringe Sauerstoffgehalt wird dadurch erreicht, daß nach den bei der Obstlagerung üblichen Atmungsprozessen, bei denen  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  freigesetzt wird und die mit der Aufzehrung des  $\text{O}_2$  beendet sind, ein weiterer Zyklus beginnt. Dabei finden Gärungsprozesse statt, bei denen zusätzlich  $\text{CO}_2$  freigesetzt wird, so daß sich der Anteil an  $\text{CO}_2$  weiter erhöhen kann.

Die Ingangsetzung von Gärungsprozessen ist bei der Erfindung (im Gegensatz zur Fruchtelagerung) von wesentlichem Vorteil. Ein Cellulose- und Ligninabbau geht nicht einher, da nur leicht lösliche Zucker abgebaut werden. Somit bleibt die Festigkeit des Rundholzes erhalten.

Der nach Luftabschluß in Gang gesetzte biotechnologische Prozeß kann durch Minimierung des beteiligten Luftvolumens in der Umhüllung beschleunigt werden.

Zur Herstellung des Luftabschlusses wird eine Einhausung, vorteilhaft eine Folie mit hohem Diffusionswiderstand, verwendet. Zur Verminderung des Risikos einer Leckage kann die Folie gedoppelt werden. Der Vorteil einer flexiblen Hülle besteht darin, daß das Luftvolumen auf ein Minimum gesenkt werden kann (Absaugung, bis die Folie die Polteroberfläche eng umschließt).

Der Luftabschluß kann aber auch in eigens hergerichteten Lagerhallen, Containern, Schiffsladeräumen, ausgekleideten Gruben, Silos oder Bergwerkstollen erreicht werden.

Nach kurzzeitiger Öffnung der luftdichten Umhüllung zur Entnahme von Rundholz stellt sich nach Wiederverschluß in wenigen Tagen die nahezu sauerstofffreie Atmosphäre wieder ein. Die Mikroorganismen sind - unabhängig von der Jahreszeit - in der Lage, den für sie günstigen Zustand wieder herbeizuführen. Außerdem kann  $\text{CO}_2$ , das im Holz als porösem Körper gespeichert und dem im Holz gebundenen Wasser gelöst ist, zur Herstellung eines neuen Gasgleichgewichtes wieder abgegeben werden.

Bei Folielagerung wird der Luftabschluß der Schicht- oder Langholzpolter, bei wertvollen (Furnier)stämmen auch der Einzelschutz, rationell mit einer doppelten Schweißnaht an der umhüllenden Folie erreicht oder durch Festklemmen der glatt aufeinander liegenden Folienbahnen mit Leisten, um die anschließend die Folie straff gewickelt und mit Klemmen gegen Wiederaufrollen gesichert wird.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht

darin, daß die konservierende Lagerung ohne eine zusätzliche Begasung auskommt.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Anordnung mit mehreren Rundholzern verschweißter doppelter Folienumhüllung
- Fig. 2 eine Anordnung mit einem Rundholz mit verschweißter doppelter Folienumhüllung
- Fig. 3 eine Klemmverbindung an den Folienrändern
- Fig. 4 ein Diagramm mit Darstellung der Gasentwicklung bei Lagerung unter Luftabschluß
- Fig. 5 ein Diagramm mit Darstellung der Biegefestigkeit im Lagerverlauf nach Lagerung unter Sauerstoffentzug mit Nullprobe und DIN-Wert

#### Beispiel 1

Gedoppelte Dualenfolien werden auf eine plane Fläche ausgebreitet und mit 30 cbm unentrindetem Profilzierspanerholz Fichte, Durchmessergruppen 15-25 cm, belegt. Zwei Meßschläuche werden druckfrei im Polter verlegt und mit Schottverschraubungen an der Folie befestigt. Gemäß der Fig. 1 wird anschließend die überstehende Folie über das Polter gezogen und beide Folien - getrennt voneinander - mit doppelter Naht verschweißt. Im Sommer sinkt nach ca. 3 Tagen, im Winter nach ca. 10 Tagen der Sauerstoffanteil unter 0,1 %. Der Kohlendioxidgehalt pegelt sich bei ca. 40 % ein (vgl. Fig. 4). Nach 24 Monaten Lagerdauer sind



weder Bläue, Rotstreifigkeit noch Hallimaschbefall nachweisbar. Die nach DIN 52186 gemessenen Biegefestigkeiten liegen nach Lagerung nicht unter denen frischer Vergleichsproben (vgl. Fig. 5).

#### Beispiel 2

1 m<sup>3</sup> Schichtholz Kiefer wird wie in Fig. 2 in doppelte Dualenfolie gehüllt. Beide Folienenden werden glatt zwischen zwei Leisten geklemmt und in diese Leisten straff gewickelt. Mittels Klammern wird der so entstandene Verbund gegen Aufdrehen gesichert. Damit kann ohne Schweißnaht mit vor Ort vorhandenen Mitteln die Voraussetzung zur Einstellung der Gasatmosphäre geschaffen werden.

#### Beispiel 3

Nach Fig. 3 ist ein Ahorn-Furnierstamm von 35 cm Mittendurchmesser und 3 m Länge in doppelte Dualenfolie eingerollt. In der Nähe der Stirnflächen des Stammes wird je eine Schottverschraubung angebracht. Anschließend werden die Folien doppelt verschweißt. Nach 2 Wochen stellt sich eine Atmosphäre ein, die weniger als 0,1 % Sauerstoff enthält und deren Kohlendioxidanteil bis zu 30 % beträgt.

#### Beispiel 4

Um Überseetransporte von frischem Rundholz schadlos zu ermöglichen, wird das Holz in luftdicht abgeschlossenen

Laderäumen, möglichst das Laderaumvolumen ausfüllend, geschichtet. Da die Laderäume durch Schotte bereits wasserdicht verschlossen werden können, muß nur oberseits der Luftabschluß durch luftdichte oder abgedichtete Luken hergestellt werden. Um die Einstelldauer zu verkürzen, werden als Initialbegasung Verbrennungsgase der Schiffsdiesel dem Laderaum zugeführt.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur konservierenden Lagerung von frischem Rundholz, bei dem
  - frisches Rundholz in einer luft- und lichtdicht schließenden Umhüllung eingelagert wird,
  - in der Umhüllung befindlicher Sauerstoff durch Atmungs- und Gärungsprozesse von Pilzen, Bakterien sowie Atmungsprozesse noch lebender Holzzellen unter Bildung von  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und organischen Säuren abgebaut wird, wobei im wesentlichen Hemicellulosen und Zucker umgesetzt werden,
  - und somit der Sauerstoffgehalt in der Umhüllung weniger als 0,1 Vol-% nach einer Einstelldauer von 3 bis 10 Tagen während der gesamten Lagerung und der  $\text{CO}_2$ -Gehalt über 21 bis 40 Vol-% beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zur Verkürzung der Einstelldauer durch zusätzliche Begasung mit  $\text{CO}_2$  der  $\text{CO}_2$ -Gehalt auf über 21 Vol-% sofort nach der Einlagerung eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, bei dem vor Beginn der Atmungs- und Gärungsprozesse das Luftvolumen in der Umhüllung minimiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, bei dem als Umhüllung eine feste oder flexible Einhausung verwendet wird, wobei der Innenraum der Einhausung zur Umgebung luft- und lichtdicht abgeschlossen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, bei dem als Umhüllung eine doppelte, uv-beständige Plastikfolie mit hohem Diffusionswiderstand verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem als Folie eine zweischichtige Folie verwendet wird, deren schwarze Innenseite Lichtzutritt und damit Algenwachstum verhindert und deren weiße Außenseite Sonnenstrahlung reflektiert.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem die Folien jeweils einzeln oder gleichzeitig mit doppelter Schweißnaht verschlossen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, bei dem die Folien plan aufeinander liegen, zwischen zwei Leisten eingeklemmt werden, um diese straff gewickelt und mit einer Halterung fixiert werden.
9. Verfahren nach Anspruch 5 bis 8, bei dem an den Folien Schottverschraubungen für Gasmeßschläuche angebracht werden, die die Folie durchdringen.
10. Verfahren nach Anspruch 4 oder 9, bei dem die Schottverschraubungen innerhalb der Umhüllung Verlängerungsschläuche aufweisen, und die Schlauchenden in entgegengesetzte Enden des Innenraumes der Umhüllung verlegt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem an den Gasmeßschläuchen

über Schnellkupplungen Meßgeräte angekoppelt werden, mit denen der Lagerungsverlauf anhand der Gaszusammensetzung kontrolliert werden kann.

12. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als feste Einhausung Container oder Laderäume verwendet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die Container oder Laderäume mit Abgasen aus dem Verbrennungsprozess der Transportmittel bzw. stationären Anlagen beaufschlagt werden.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

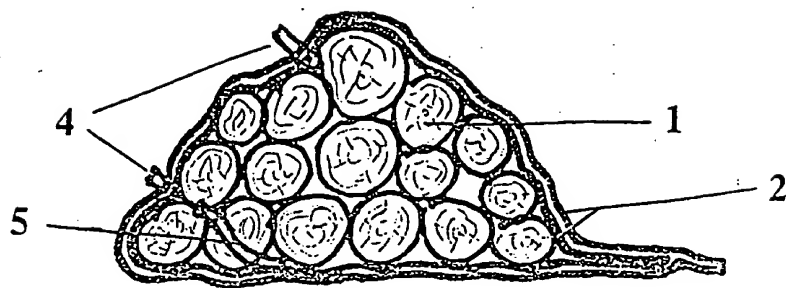


Fig. 1

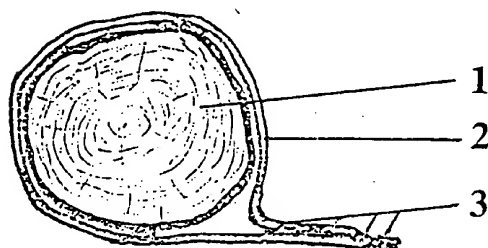


Fig. 2

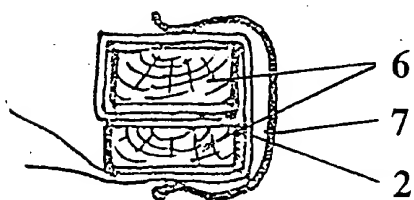


Fig. 3

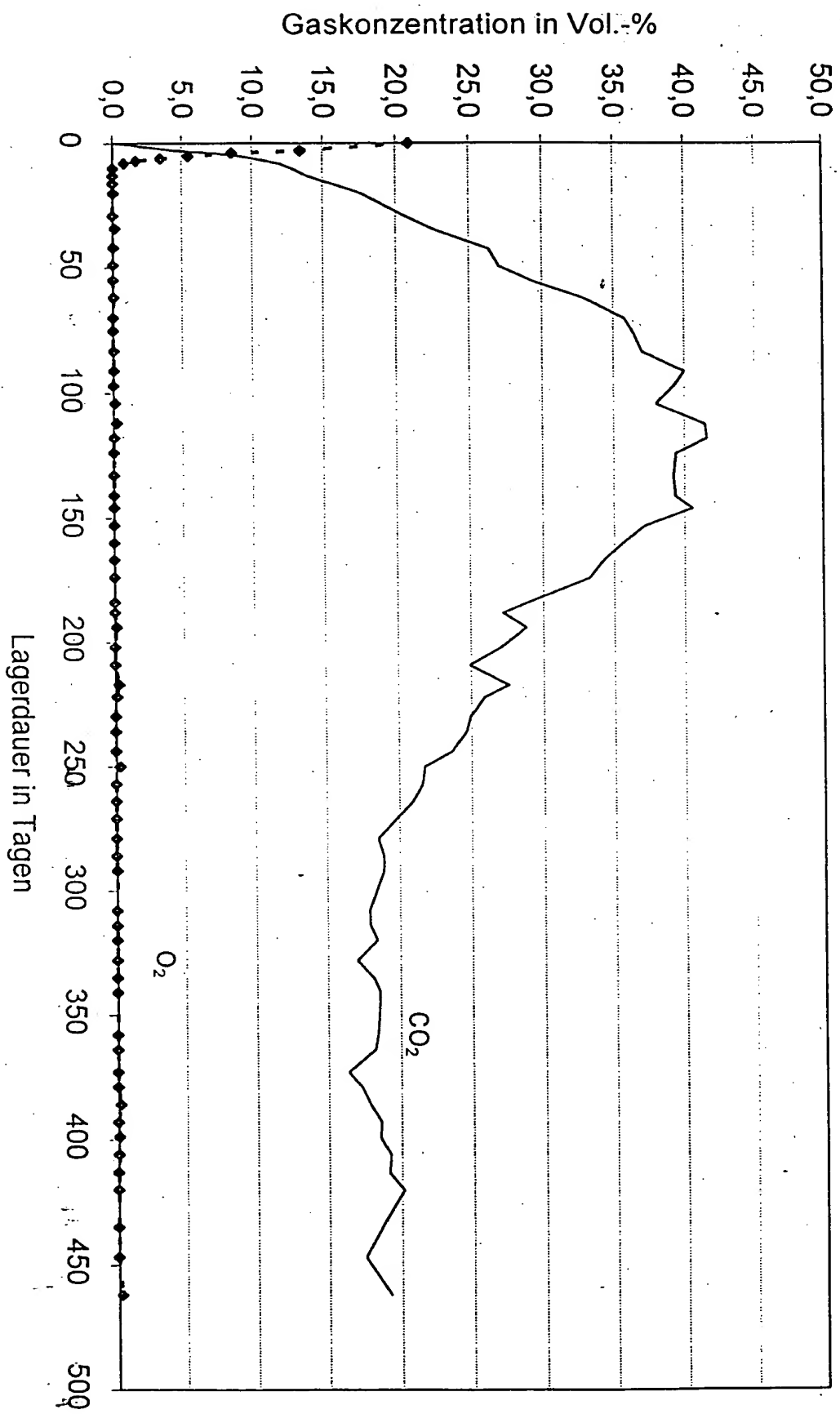


Fig. 4

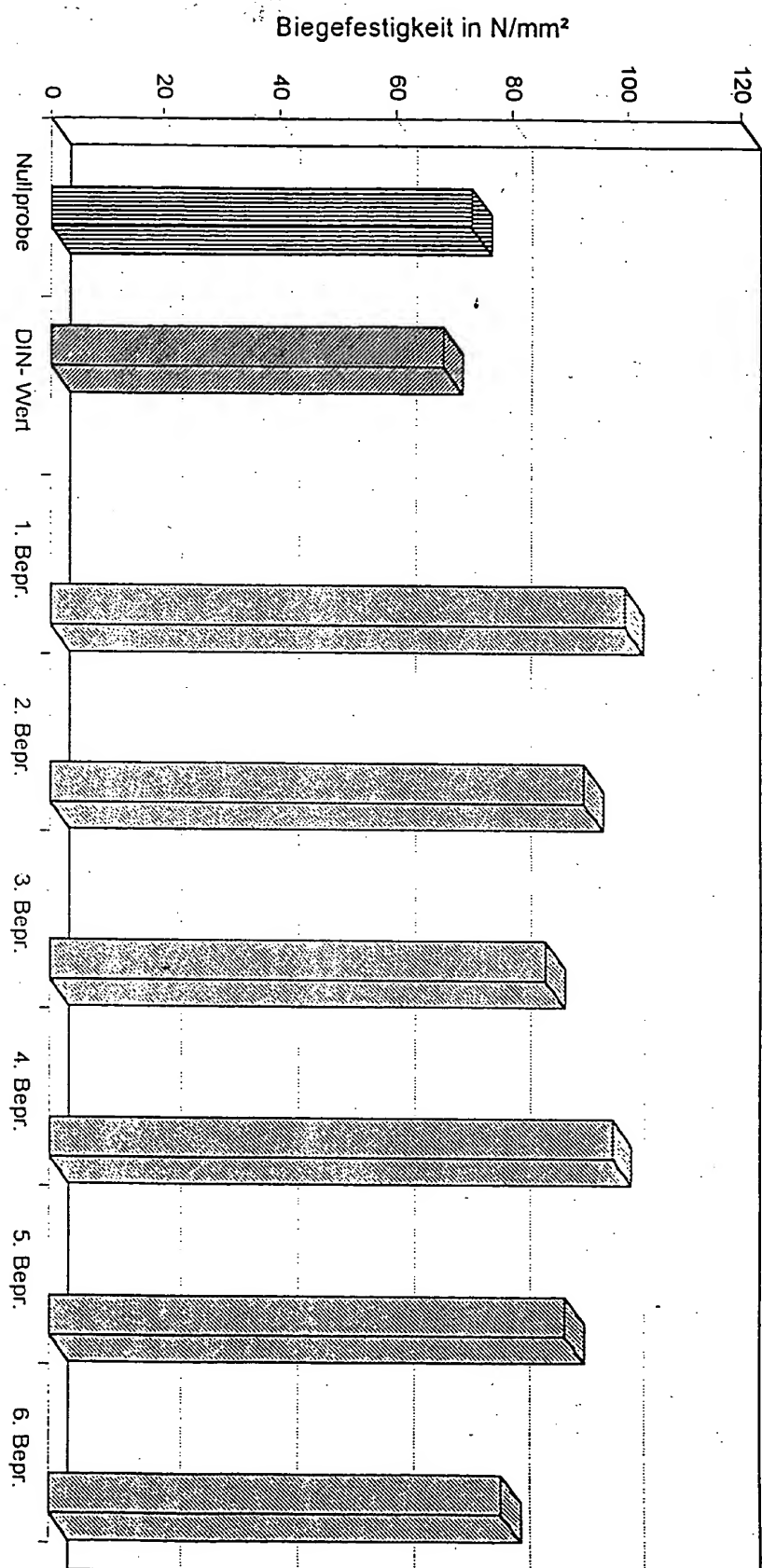


Fig. 5